

02P07829

B1

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 30 13 150 A 1

⑤ Int. Cl. 3:
H 02 K 9/197

⑳ Aktenzeichen: P 30 13 150.1
㉔ Anmeldetag: 3. 4. 80
㉕ Offenlegungstag: 8. 10. 81

DE 30 13 150 A 1

㉑ Anmelder:

Danko, Vladimir Grigor'evič, Char'kov, SU; Ljutyj, Boris Ivanovič; Čigirinskij, Aleksandr Abramovič; Kildišev, Vasilij Semenovič; Kuzmin, Viktor Vladimirovič, Charkov, SU; Danilevič, Januš Bronislavovič; Čubraeva, Lidia Igorevna, Leningrad, SU; Potechin, Konstantin Fedorovič; Maslennikov, Konstantin, Nikolaevič; Ivanov, Valerij K., Novosibirsk, SU

㉒ Vertreter:

Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Lamprecht, K., Dipl.-Ing.; Beetz jun., R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw.; Heidrich, U., Dipl.-Phys. Dr.jur., Pat.- u. Rechtsanw.; Timpe, W., Dr.-Ing.; Siegfried, J., Dipl.-Ing.; Schmitt-Fumian, W., Privatdozent, Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

㉓ Erfinder:

gleich Anmelder

㉔ Recherchenergebnis gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG:

DE-PS	10 01 396
DE-OS	25 40 634
US	39 50 665 =
DE-OS	20 37 794
US	37 53 013 =
CH	3 67 236
BE	5 67 309 =
GB	8 51 409
FR	13 90 679
US	26 06 946

DE-AN S 14 544 v. 03.07.52;

DE-Buch: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, 79/80, S. 332;

㉕ Elektrische Maschine

BEST AVAILABLE COPY

DE 30 13 150 A 1

18.07.80

3013150

NACHGEREICHT

530-30.848P (3)

ELEKTRISCHE MASCHINE

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrische Maschine, enthaltend
 1. einen Läufer,
 2. einen Ständer
 - 2.1. mit Kanälen zum Durchströmen der Kühlflüssigkeit,
 - 2.2. der mit Kühlmittel gefüllt wird,
 3. einen luftdichten Mantel,
 - 3.1. welcher den Läufer vom Ständer abtrennt und
 - 3.2. geschlossene Zellen für Stirnteile der Ständerwicklung bildet,
 - 3.2.1. die mittels der Ständerkanäle miteinander verbunden sind,
 4. eine Außenrohrleitung zum Durchströmen des Kühlmittels im Ständer,
 5. die mit einem Kühler verbunden ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

 - 4.1. die Außenrohrleitung mindestens teilweise über dem Ständer (3) verlegt ist und

-2-2

3013150

4.1.1. einen aufsteigenden (9) sowie einen absteigenden (10) Strang des Kreislaufs bildet,

4.1.1.1. von welchen jeder mit je einer Zelle für Stirnteile (5) der Wicklung des Ständers (3) verbunden ist,

5.1. der Kühler (11) im oberen Teil des absteigenden Stranges (10) angeordnet ist und

6. Flüssigkeit als Kühlmittel verwendet wird.

2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich

7. einen Heizkörper (13) aufweist,

7.1. der im aufsteigenden Strang (9) des Kreislaufs angeordnet ist und

7.2. für die Beschleunigung des gerichteten Umlaufs im Zeitpunkt des Anlassens der elektrischen Maschine bestimmt ist.

3. Elektrische Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß

7.3. der Heizer (13) im unteren Teil des aufsteigenden Stranges (9) des Kreislaufs in unmittelbarer Nähe vom Ständer (3) angeordnet ist.

4. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß

4.1.1.2. der aufsteigende Strang (9) des Kreislaufs mindestens teilweise sowie der an diesen anliegende Teil des Ständers (3) mit Wärmeisolierung (14) versehen sind.

130041/0631

130041/0631
-3-

3013150

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Maschine mit Flüssigkeitskühlung und insbesondere auf eine elektrische Maschine mit Ständerkühlung.

Die Erfindung kann vorwiegend für die Herstellung von leistungsfähigen elektrischen Maschinen, insbesondere von Turbogeneratoren, verwendet werden.

Es sind elektrische Maschinen mit Direktflüssigkeitskühlung des Kernes und der Ständerwicklung bekannt (vgl. Titow, W.W. u.a.: "Turbogeneratory, rastschot i konstrukzija" ("Turbogeneratoren, deren Berechnung und Aufbau"), Energie-Verlag, Moskau, 1967, S. 200), in welchen die Kühlflüssigkeit in Kanälen umläuft, die in einzelnen in Radial- bzw. Axialkanälen des Ständerkernes und der Wicklung angeordneten Körpern (Rohren, Segmenten u.a.) ausgeführt sind. Die Kühlungsbaugruppen solcher Maschinen haben einen komplizierten Aufbau und sind wegen der in ihnen enthaltenen zahlreichen Verbindungen unzuverlässig. Einen unerläßlichen Bestandteil des Kühlmittelkreislaufs bildet ein Gebläse (Pumpe, Verdichter u.ä.)

Es ist ferner eine elektrische Maschine (vgl. US-PS Nr. 353032) bekannt, welche einen Läufer und einen Ständer enthält, der vom Läufer mit einem luftdichten Mantel abgetrennt ist, welcher geschlossene Zellen für Stirnteile der Ständerwicklung bildet, die mittels Formkanälen mit Radial- und Axialabschnitten sowie durch eine Außenrohrleitung für den Umlauf des Kühlmittels im Ständer miteinander verbunden sind. In der Außenrohrleitung sind ein Kühler und ein

4 17 00
Gebläse (Pumpe oder Lüfter) angeordnet. Von dem für den zwangsläufigen Umlauf des Kühlmittels bestimmten Gebläse wird eine gewisse Energiemenge verbraucht, wodurch der Wirkungsgrad der elektrischen Maschine gesenkt wird. Darüber hinaus wird die Zuverlässigkeit der elektrischen Maschine durch Vorhandensein der Einrichtungen mit beweglichen Bauteilen und -gruppen erheblich gesenkt.

Der Erfindung liegt ^{daher} die Aufgabe zugrunde, eine elektrische Maschine anzugeben, in welcher durch Ausnutzung von Energie der Wärmeverluste in wirksamen Ständerteilen die erforderliche Kühlwirkung an wirksamen und konstruktiven Ständerteilen gesichert, der Energieaufwand für die Kühlung gesenkt und der Wirkungsgrad der elektrischen Maschine bei hoher Zuverlässigkeit und einfacher Bedienung erhöht werden kann.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß in einer elektrischen Maschine, welche einen Läufer, einen mit Kühlmittel gefüllten Ständer mit Kanälen zum Durchströmen des Kühlmittels sowie einen luftdichten Mantel enthält, der den Ständer vom Läufer abtrennt und Zellen für Stirnteile der Ständerwicklung bildet, die mittels der genannten Ständerkanäle sowie durch eine mit einem Kühler verbundene Außenrohrleitung für den Umlauf des Kühlmittels im Ständer miteinander verbunden sind, die Außenrohrleitung erfindungsgemäß mindestens teilweise über dem Ständer verlegt ist, so daß ein aufsteigender und ein absteigender Strang des Kreislaufs gebildet werden, der Kühler im oberen Teil des absteigenden Stranges angeordnet ist und Flüssigkeit als Kühlmittel verwendet wird.

Im aufsteigenden Strang des Kreislaufs kann zweck-

mäßigerweise ein Heizkörper angeordnet werden, durch welchen der gerichtete Umlauf im Zeitpunkt des Anlassens der elektrischen Maschine beschleunigt wird.

Es ist zweckmäßig, den Heizkörper im unteren Teil des aufsteigenden Stranges des Kreislaufs in unmittelbarer Nähe vom Ständer anzuordnen. Damit wird die Wirkung des Heizkörpers auf den Umlauf des Kühlmittels erhöht.

Zu diesem Zweck ist es ferner vorteilhaft, den aufsteigenden Strang des Kreislaufs mindestens teilweise sowie den an diesem anliegenden Ständerteil mit Wärmeisolierung zu versehen.

Bei der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine erübrigt sich der Einsatz eines Gebläses im Kühlflüssigkeitskreislauf dank der Ausnutzung von Energie der Wärmeverluste in wirksamen Ständerteilen, durch welche der Umlauf der Kühlflüssigkeit infolge der Differenz der Wichten der erwärmten und der gekühlten Flüssigkeit verursacht wird. Somit wird der Energieaufwand für die Kühlung des Ständers gesenkt, und die Zuverlässigkeit sowie der Wirkungsgrad der elektrischen Maschine erhöht.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert, in deren einziger Figur die erfindungsgemäße elektrische Maschine mit Ständerkühlung im Schnitt gezeigt.

Die erfindungsgemäße elektrische Maschine enthält einen Läufer 1, der von einem Ständer 3 durch einen luftdichten Mantel 2 abgetrennt ist. Die Kühlung des Läufers 1 wird unabhängig von der Kühlung des Ständers 3 auf eine an sich bekannte und geeignete Weise gesichert. Aus diesem Grunde

ist die Kühlanlage des Läufers 1 in der Figur nicht dargestellt.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung stellt der luftdichte Mantel 2 einen im Ringspalt zwischen dem Läufer 1 und dem Ständer 3 angeordneten Zylinder dar, welcher sich über die gesamte Länge des Gehäuses des Ständers 3 erstreckt.

Der Ständer 3 weist üblicherweise einen Kern 4 und eine Stabwicklung auf, deren Stirnteile 5 in der Figur gezeigt sind. Im Kern 4 des Ständers 3 sowie in den Wicklungsstäben einschließlich der Wicklungsstirnteile 5 sind Kanäle 6 zum Durchströmen der Kühlflüssigkeit ausgeführt.

Es ist von Vorteil, die genannten Kanäle zur Herabsetzung des Strömungswiderstandes als Axialkanäle auszuführen. Der luftdichte Mantel 2 bildet, wie dies in der Figur gezeigt ist, ringförmige Zellen 7 und 8 für Stirnteile 5 der Wicklung des Ständers 3, welche von dem Gehäuse des Ständers 3, den Stirndeckeln, dem luftdichten Mantel 2 sowie dem Endteil des Kernes 4 des Ständers 3 begrenzt sind. Die Zellen 7 und 8 sind mittels der Kanäle 6 sowie durch eine mindestens teilweise über dem Ständer 3 verlegte Außenrohrleitung miteinander verbunden. Die Außenrohrleitung ist für den Umlauf der Kühlflüssigkeit bestimmt und schließt den von den Zellen 7 und 8 für Stirnteile der Ständerwicklung, den Kanälen 6, dem aufsteigenden Strang 9 sowie dem absteigenden Strang 10 gebildeten Kreislauf ab. Im oberen Teil des absteigenden Stranges 10 ist ein Kühler 11 angeordnet.

Der gesamte Raum des Ständers 3 sowie der Kreislauf werden mit Kühlflüssigkeit gefüllt. Als Kühlflüssigkeit wird

eine Isolierstoff- und baustoffbezogene inaktive Flüssigkeit mit einem hohen spezifischen elektrischen Widerstand verwendet.

Zum Ausgleich der Wärmeausdehnung der Kühlflüssigkeit kann eine beliebige an sich bekannte und geeignete Vorrichtung, beispielsweise ein Dehnungsausgleichgefäß 12, eingesetzt werden.

Nach einer möglichen Ausführungsvariante der Erfindung weist die erfindungsgemäße elektrische Maschine einen Heizkörper 13 auf, der im aufsteigenden Strang des Kreislaufs angeordnet und für die Beschleunigung des gerichteten Umlaufs im Zeitpunkt des Anlassens der elektrischen Maschine bestimmt ist. Als Heizkörper 13 kann ein beliebiger an sich bekannter Erhitzer genügender Leistung eingesetzt werden, wobei ein Heizleiter bevorzugt wird.

Es ist von Vorteil, den Heizkörper 13 im unteren Teil des aufsteigenden Stranges des Kreislaufs in unmittelbarer Nähe vom Ständer 3 anzuordnen, wie dies in der Figur gezeigt ist.

Zur Erhöhung der Kreislaufwirkung sind der aufsteigende Strang sowie der an diesen anliegende Teil des Ständers 3 mit Wärmeisolierung 14 versehen.

Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine, insbesondere des Turbogenerators, besteht im folgenden. Da Kraftwerke heutzutage nach dem Baugruppenprinzip gebaut werden, wird der Turbogenerator nur beim Anlassen der gesamten Baugruppe angelassen. Das Anlassen wird in nachstehender Reihenfolge vorgenommen.

Zunächst wird die Kesselanlage und dann die Dampf-

turbine in Betrieb gesetzt. Kurz vor dem Anlassen der Turbine wird der Kühler 11 eingeschaltet. Da die Temperatur der Kühlflüssigkeit über den gesamten Kreislauf gleich ist, ist die Wichte der Kühlflüssigkeit gleich groß und der Druck in den Zellen 7 und 8 somit gleich stark, weil die Druckstärke durch die Wichte der Kühlflüssigkeit und die Höhe des aufsteigenden und des absteigenden Stranges 9 bzw. 10 des Kreislaufs über dem Gehäuse des Ständers 3 bestimmt wird. Unter diesen Bedingungen bleibt die Flüssigkeit im Kreislauf unbeweglich. Nach dem Einschalten des Kühlers 11 wird die Flüssigkeit im Kühlerraum gekühlt und durch den absteigenden Strang 10 abwärts gefördert, so daß die eine höhere Temperatur aufweisende Flüssigkeit verdrängt wird. Im Ausmaß des Abfalls der Flüssigkeitstemperatur im absteigenden Strang 10 nimmt der Druck in der Zelle 8 zu. Die Kühlflüssigkeit strömt infolge der auftretenden Druckdifferenz in den Zellen 7 und 8 aus der Zelle 8 in die Zelle 7 über. Nachdem der vorgegebene Durchfluß der Kühlflüssigkeit in den Kanälen 6 des Ständers erreicht ist (der Durchfluß wird durch die Differenz der Kühlflüssigkeitstemperatur im aufsteigenden und im absteigenden Strang 9 bzw. 10 des Kreislaufs bestimmt und überwacht), wird die elektrische Maschine eingeschaltet. Durch einen Teil der Wärmeverluste in wirksamen Teilen des Ständers 3 wird die Kühlflüssigkeit in den Kanälen 6 des Ständers 3 erwärmt. Die in den Kanälen 6 erwärmte Flüssigkeit strömt über die Zelle 7 durch den aufsteigenden Strang 9 des Kreislaufs zum Kühler 11. Die erwähnte Temperaturdifferenz wird erhöht, die Druckdifferenz in den Zellen und somit der Durchfluß in den Kanälen 6 des Ständers nehmen zu. Dabei wird aber

der Anteil der Wärmeverluste an der Erwärmung der Flüssigkeit in den Kanälen 6 ebenfalls vergrößert.

Durch zügige Beanspruchung der elektrischen Maschine wird der optimale Nennbetrieb der ganzen Anlage gesichert.

Zur Beschleunigung des gerichteten Umlaufs der Kühlflüssigkeit in den Kanälen 6 des Ständers 3 ist es zweckmäßig, den aufsteigenden Strang 9 mit einem Heizkörper 13 zu versehen. Der Heizkörper wird zusammen mit dem Kühler 11 eingeschaltet und ermöglicht es, die erforderliche Differenz der Flüssigkeitstemperatur im aufsteigenden und im absteigenden Strang 9 bzw. 10 des Kreislaufs schneller zu erreichen. Der Heizkörper 13 wird abgeschaltet, wenn der stabile Nennbetrieb der elektrischen Maschine erreicht ist. Der erwähnte Heizkörper 13 kann ferner für die Sicherung des zuverlässigen Wechselbetriebs der elektrischen Maschine eingesetzt werden. Dabei wird der Heizkörper nötigenfalls abhängig von der Differenz der Flüssigkeitstemperatur im aufsteigenden und im absteigenden Strang automatisch eingeschaltet. Zur Erhöhung der Wirksamkeit ist es zweckmäßig, den Heizkörper 13 im unteren Teil des aufsteigenden Stranges 9 in unmittelbarer Nähe vom Ständer 3 anzuordnen. Die Länge des aufsteigenden Stranges 9 kann 5 bis 10 m, dessen Durchmesser 0,3 bis 0,5 m und der Unterschied zwischen der Rohrwandungs- und der Umgebungstemperatur 50 bis 80°C betragen. Unter solchen Bedingungen ist der Wärmeaustausch genügend wirksam, was zur Bildung von Sekundärwirbelung der durch den aufsteigenden Strang 9 aufwärts strömenden Flüssigkeit führen kann. Infolge der erwähnten Wirbelung kommt es zur Vergrößerung des Strömungswiderstandes, was seinerseits zu ei-

niger Herabsetzung des Wirkungsgrades der Anlage beiträgt.

Es ist deshalb zweckmäßig, den aufsteigenden Strang 9 mit der Wärmeisolierung 14 zu versehen. Aus demselben Grunde wird auch der an den aufsteigenden Strang anliegende Teil des Gebäudes des Ständers 3 wärmeisoliert.

Effektivität, Stabilität und Zuverlässigkeit der beschriebenen Anlage wurden durch zahlreiche Untersuchungen bestätigt.

Die erfindungsgemäße elektrische Maschine enthält also einen Läufer 1 und einen Ständer 3, der mit Flüssigkeit gefüllt wird und vom Läufer durch einen luftdichten Mantel 2 abgetrennt ist, welcher Zellen 7 und 8 für Stirnteile 5 der Wicklung des Ständers 3 bildet. Im Ständer 3 sind Kanäle 6 zum Durchströmen der Kühlflüssigkeit ausgeführt, durch welche die genannten Zellen miteinander verbunden werden. Die mindestens teilweise über dem Ständer 3 verlegte Außenrohrleitung bildet einen aufsteigenden sowie einen absteigenden Strang 9 bzw. 10 des Kreislaufs der Kühlflüssigkeit, von welchen jeder mit je einer der genannten Zellen verbunden ist. Im oberen Teil des absteigenden Stranges 10 ist ein Kühler 11 angeordnet, welcher den durch die Differenz der Wichten der erwärmten und der gekühlten Flüssigkeit bedingten Eigenkreislauf der Kühlflüssigkeit abschließt.

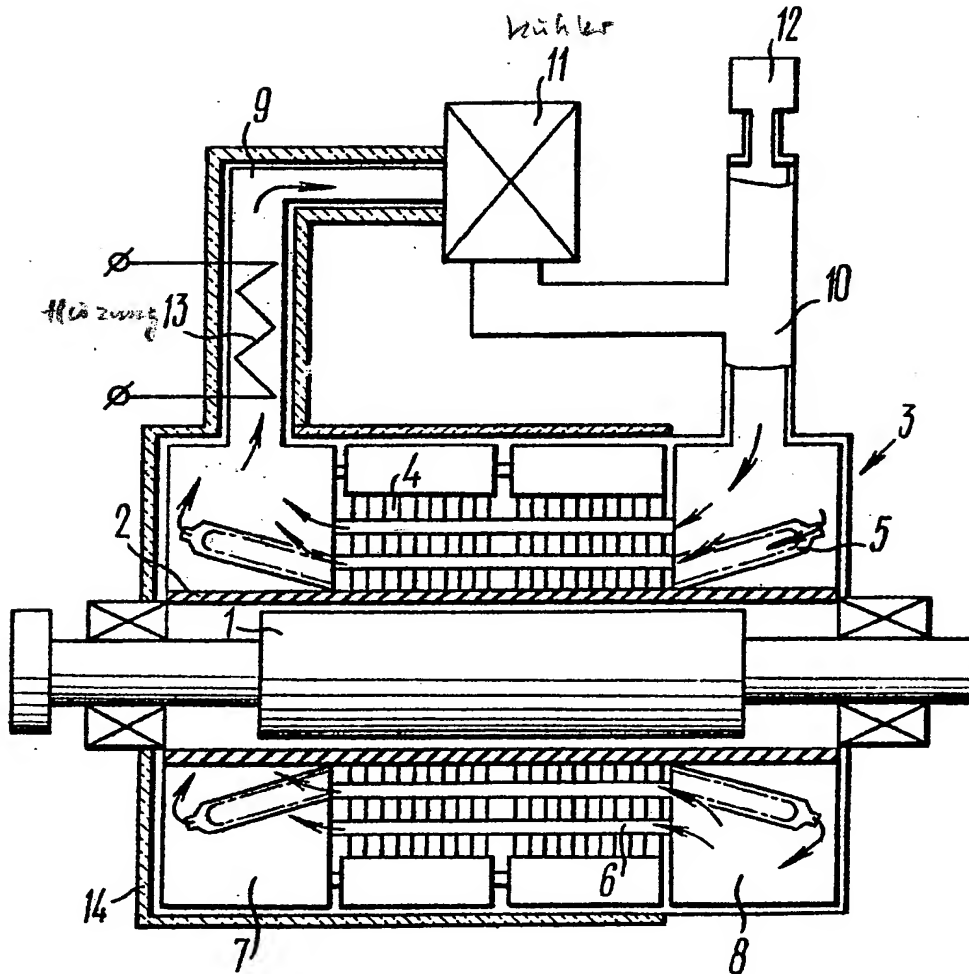
Die Erfindung eignet sich besonders für die Herstellung von leistungsfähigen elektrischen Maschinen, insbesondere von Turbogeneratoren.

3013150

-11-

Nummer:
Int. Cl.³:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

30 13 150
H 02 K 9/197
3. April 1980
8. Oktober 1981



130041/0631

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)